

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
27. Mai 2004 (27.05.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2004/044932 A1

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: H01F 7/08, 7/16,  
F02M 25/07, F15B 13/044, F16K 31/06

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): WOCO INDUSTRIE-TECHNIK GMBH [DE/DE];  
Hanauer Landstrasse 16, 63628 Bad Soden-Salmünster  
(DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2003/003760

(22) Internationales Anmeldedatum:  
12. November 2003 (12.11.2003)

(72) Erfinder; und  
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): REICHERT, Uwe  
[DE/DE]; Am Mühlacker 2, 36381 Schlüchtern (DE).  
PRAIZA, Josef [CZ/CZ]; Lucni 2010, 75501 Vsetin (CZ).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(74) Anwälte: WEBER-BRULS, Dorothee usw.;  
BOEHMERT & BOEHMERT, Hollerallee 32, 28209  
Bremen (DE).

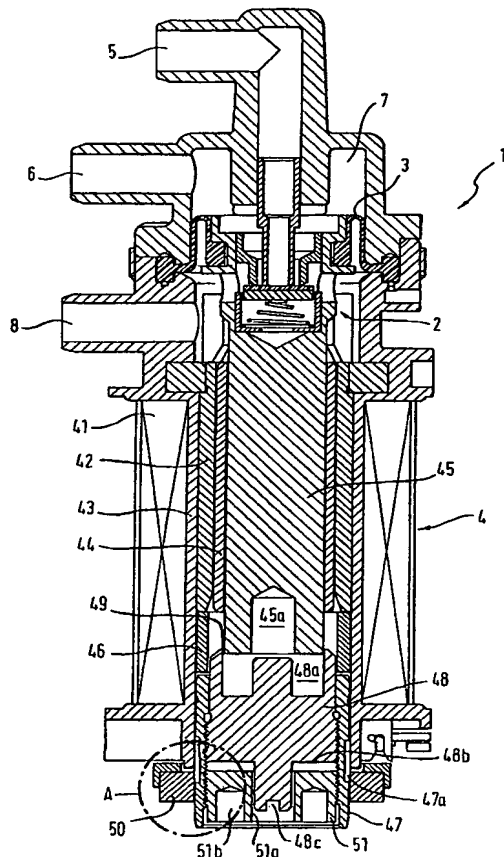
(30) Angaben zur Priorität:  
102 53 347.4 14. November 2002 (14.11.2002) DE  
103 27 875.3 18. Juni 2003 (18.06.2003) DE

(81) Bestimmungsstaat (national): US.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: SOLENOID PLUNGER SYSTEM WITH AN ADJUSTABLE MAGNETIC FLUX

(54) Bezeichnung: TAUCHANKERSYSTEM MIT EINSTELLBARER MAGNETISCHER DURCHFLUTUNG



(57) Abstract: The invention relates to a solenoid plunger system (4) for an electropneumatic pressure transducer (1), comprising an iron casing, a solenoid plunger (45) and a core (48). According to the invention, the solenoid plunger (45) has at least one cavity (45a) on the side facing the core (48) and an air gap (49) is provided between the plunger (45) and the core (48). The air gap (49) can be adjusted by the relative movement of the solenoid plunger (45) and the core (48). The casing comprises at least one first sleeve (42), a yoke (50) and a second sleeve (47) with a high magnetic permeability, located between the first sleeve (42) and the yoke (50), said second sleeve having at least one cavity (47a), in particular in the form of an annular groove on the side facing away from the core (48), which concentrates magnetic field lines (M) from the yoke (50) to the core (48). The yoke (50) and/or an adjusting member (51), in particular an adjusting ring with a high magnetic permeability, can be displaced relative to the sleeve in the vicinity of its cavity (47a) in order to adjust the effective magnetic length (l) of the cavity (47a) of said second sleeve (47).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Tauchankersystem (4) für einen elektropneumatischen Druckwandler (1), umfassend einer Eisenummantelung, einen Tauchanker (45) und einen Kern (48), wobei der Tauchanker (45) zumindest eine Ausnehmung (45a) auf der dem Kern (48) zugewandten Seite aufweist, und ein Luftspalt (49) zwischen dem Tauchanker (45) und dem Kern (48) bereitgestellt ist, der Luftspalt (49) durch Relativ-Bewegung zwischen dem Tauchanker (45) und dem Kern (48) einstellbar ist, die Ummantelung zumindest eine erste Hülse (42), ein Joch (50), und eine zweite Hülse (47) mit hoher magnetischer Permeabilität zwischen der ersten Hülse (42) und dem Joch (50) umfaßt, die zumindest eine Ausnehmung (47a), insbesondere in Form einer Ringnut, auf ihrer dem Kern (48) abgewandten Seite zur Bündelung von Magnetfeldlinien M vom Joch (50) zum Kern (48) umfaßt und relativ zu der im Bereich deren Ausnehmung (47a) das Joch und/oder ein Verstellglied (51), insbesondere in Form eines Verstellrings, mit hoher magnetischer Permeabilität zur Einstellung der magnetisch wirksamen

Länge l der Ausnehmung (47a) der zweiten Hülse (47) bewegbar ist bzw. sind.



(84) **Bestimmungsstaaten** (*regional*): europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

---

## Tauchankersystem mit einstellbarer magnetischer Durchflutung

---

### Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Tauchankersystem für einen elektropneumatischen Druckwandler, umfassend, zumindest teilweise in einer Magnetfeldlinien M bündelnden Ummantelung, insbesondere in Form einer Eisenummantelung, einen Tauchanker und einen Kern, insbesondere in Form eines Eisen- oder Magnetkerns, wobei der Tauchanker zumindest eine Ausnehmung auf der dem Kern zugewandten Seite und/oder der Kern zumindest eine erste Ausnehmung auf der dem Tauchanker zugewandten Seite aufweist, und ein Luftspalt zwischen dem Tauchanker und dem Kern bereitgestellt ist, wobei der Luftspalt durch Relativ-Bewegung zwischen dem Tauchanker und dem Kern, während der der Tauchanker in die erste Ausnehmung in dem Kern und/oder der Kern in die Ausnehmung in dem Tauchanker zumindest teilweise hinein- bzw. aus derselben hinausbewegbar ist, einstellbar ist, und die Ummantelung zumindest eine erste Hülse und ein Joch, jeweils mit hoher magnetischer Permeabilität, umfaßt, wobei die erste Hülse zwischen dem Tauchanker und zumindest einer Spule und/oder zumindest einem Magneten angeordnet ist, und der Luftspalt in einem Bereich zwischen der ersten Hülse und dem Joch angeordnet ist.

Ein elektropneumatischer Druckwandler mit einem gattungsgemäßen Tauchankersystem ist, beispielsweise, aus der DE 41 10 003 C1 bekannt. In einer Kammer (Mischkammer) des bekannten elektropneumatischen Druckwandlers wird dabei aus einem Unterdruck an einem ersten Anschluß und einem Umgebungsdruck an einem zweiten Anschluß ein Mischdruck erzeugt, der an einem dritten Anschluß einem Verbraucher zur Verfügung gestellt wird. Die Zuströmung von Unter- bzw. Umgebungsdruck in besagte Kammer wird durch ein Doppelsitzventil reguliert. Dabei hängt die Verbindung der Kammer mit der Unterdruckseite von der Anordnung einer Ventilplatte ab, deren Bewegung durch eine vorgespannte Druckfeder unter-

stützt wird, aber auch nur durch Aktivierung eines Elektromagneten des Tauchankersystems eingeleitet werden kann. Eine Verbindung der Kammer zum Umgebungsdruck hängt von der Position eines Tauchankers des Tauchankersystems ab. Es wird somit die Bewegung der Ventilplatte durch pneumatische Kräfte eingeleitet, indem der Differenzdruck zwischen dem Druck in der Kammer und dem Umgebungsdruck über eine definierte Fläche eine bestimmte Kraft auf den Tauchanker ausübt. Im Normalbetrieb des elektropneumatischen Wandlers stellt sich dabei für alle Mischdrücke ein Gleichgewichtszustand ein, der dadurch gekennzeichnet ist, daß die Summe aller am Tauchanker des Tauchankersystems angreifenden Kräfte zu Null wird. Diese Kräfte sind die Federkraft der Druckfeder, die Zugkraft des Elektromagneten und die pneumatischen Kräfte. Es handelt sich also um ein geregeltes System, das ein Proportional/Integral-Verhalten aufweist. Dabei resultiert das Proportionalverhalten aus der Druckfeder und dem Elektromagneten, während die Pneumatik durch den sich aufbauenden Druck in besagter Kammer das integrierende Verhalten beisteuert. Eine an den Elektromagneten angelegte getaktete Gleichspannung mit variablen Taktverhältnissen liefert den Soll-Wert des Regelkreises. Je nach Taktverhältnis fließt in einer Spule des Elektromagneten ein anderer effektiver Strom, der in einer anderen effektiven Magnetkraft resultiert. Zu jeder Magnetkraft wiederum regelt sich der elektropneumatische Druckwandler auf einen neuen Mischdruck und damit einen neuen Gleichgewichtszustand ein. Diese Regelung kann nur dadurch realisiert werden, daß ein Kennlinienmagnet im Tauchankersystem zum Einsatz kommt. Dieser Kennlinienmagnet umfaßt gemäß der DE 41 10 003 C1 zwei Eisenkerne. Dabei ist der erste Eisenkern gegenüber einer magnetischen Kraftlinien bündelnden Eisenummantelung und damit auch relativ zu einem Tauchanker verschiebbar, während der zweite Eisenkern relativ zum ersten Eisenkern verschiebbar ist, wobei der zweite Eisenkern in eine Aussparung des Tauchankers hineinragen kann. Somit läßt sich auf zweifache Weise der für die Kraftentstehung im Tauchankersystem wesentliche Luftspalt zwischen dem Tauchanker und dem sich aus den beiden Eisenkernen zusammensetzenden, konturveränderlichen Kennlinienmagneten einstellen. Diese zweifache Verstellbarkeit ein und derselben magnetischen Kenngröße, nämlich des Luftspaltes zwischen dem Tauchanker und dem Kennlinienmagneten und damit der Feldverteilung, wobei bedingt durch die Flächenverhältnisse die Verstellung des ersten Eisenkerns größeren Einfluß hat als die des zweiten Eisenkerns, findet stets in Wechselwirkung miteinander statt. Nachteiligerweise können die beiden Einstellungen also nicht entkoppelt erfolgen, was eine genaue Einstellung des Luftspaltes und somit insbesondere ein Ausgleich von Maßtoleranzen erschwert. So läßt sich zwar mit dem ersten Eisenkern ein Betriebsbereich des Kennlinienmagneten in einen Abschnitt positiver Steigung und somit positiver Steifigkeit

einstellen, wenn der Wendepunkt der Kraft- Weg- Kennlinie im Verstellbereich des ersten Eisenkerns liegt. Anschließend kann dann auch über den zweiten Eisenkern ein geforderter quantitativer Zusammenhang zwischen Taktverhältnis und Mischdruck eingestellt werden, wobei diese Einstellung, wie bereits erwähnt, nicht entkoppelt von der ersten Einstellung ausgeführt werden kann.

Ein weiteres gattungsgemäßes Tauchankersystem ist in der DE 100 46 939 beschrieben. Auch bei diesem Tauchankersystem kommen zwei verstellbare Eisenkerne zum Einstellen eines einzigen Luftspaltes zum Einsatz, wobei zusätzlich Dämpfungsglieder in dem Luftspalt eingeordnet sind, um einerseits die Abnutzung des Tauchankersystems zu verringern und andererseits den Einsatzbereich desselben zu vergrößern. Jedes Dämpfungsglied verhindert dabei sicher einen metallischen Anschlag von Tauchanker und Kern, ohne daß eine aufwendige Dichtung des Luftspaltes vorliegen muß; jedes Dämpfungsglied dämpft zudem Schall zur Reduktion der Geräuschemission eines das Tauchankersystem verwendenden elektropneumatischen Druckwandlers; und jedes Dämpfungsglied ist vorzugsweise aus einem Elastomer ausgebildet, das eine geringe Temperaturabhängigkeit aufweist und somit den Einsatzbereich des elektropneumatischen Druckwandlers vergrößert.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, das gattungsgemäße Tauchankersystem derart weiterzuentwickeln, daß die Nachteile des Stands der Technik überwunden werden, insbesondere die Einstellungsmöglichkeiten erweitert und vereinfacht werden. Dabei sollen zwei voneinander entkoppelte Einstellmöglichkeiten bereitgestellt werden.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Ummantelung eine zweite Hülse mit hoher magnetischer Permeabilität zwischen der ersten Hülse und dem Joch umfaßt, die zumindest eine Ausnehmung, insbesondere in Form einer Ringnut, auf ihrer dem Kern abgewandten Seite zur Bündelung von Magnetfeldlinien  $M$  vom Joch zum Kern umfaßt und relativ zu der im Bereich deren Ausnehmung das Joch und/oder ein Verstellglied, insbesondere in Form eines Verstellrings, mit hoher magnetischer Permeabilität zur Einstellung der magnetisch wirksamen Länge  $l$  der Ausnehmung der zweiten Hülse bewegbar ist bzw. sind.

Dabei kann vorgesehen sein, daß der Luftspalt in einem Bereich zwischen der ersten Hülse und der zweiten Hülse angeordnet ist.

Ferner kann vorgesehen sein, daß zwischen der ersten Hülse und der zweiten Hülse ein Abstandshalter niedriger magnetischer Permeabilität angeordnet ist.

Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung sind dadurch gekennzeichnet, daß der Kern zumindest eine zweite Ausnehmung an der dem Tauchanker abgewandten Seite und/oder das Verstellglied zumindest eine erste Ausnehmung an der dem Kern zugewandten Seite umfaßt bzw. umfassen, wobei die magnetisch wirksame Länge  $l$  der Ausnehmung der zweiten Hülse zur gezielten Bündelung der Magnetfeldlinien  $M$  durch Relativ-Bewegung zwischen dem Kern und dem Verstellglied, während der der Kern in die erste Ausnehmung in dem Verstellglied und/oder das Verstellglied in die zweite Ausnehmung in dem Kern zumindest teilweise hinein- bzw. aus derselben hinausbewegbar ist, einstellbar ist.

Erfindungsgemäß bevorzugt ist desweiteren, daß der Kern zumindest eine dritte Ausnehmung an seinem dem Tauchanker abgewandten Ende zum Eingriff eines Werkzeuges zur Einstellung seiner Position und/oder das Verstellglied zumindest eine zweite Ausnehmung an der dem Kern abgewandten Seite zum Eingriff eines Werkzeuges zur Einstellung seiner Position aufweist bzw. aufweisen.

Mit der Erfindung wird auch vorgeschlagen, daß die Ummantelung eine Halterung, vorzugsweise hoher magnetischer Permeabilität, für die Spule oder den Magneten und zumindest ein Gleitlager, vorzugsweise hoher magnetischer Permeabilität, umfaßt, wobei vorzugsweise das Gleitlager für den Tauchanker zwischen dem Tauchanker und der ersten Hülse angeordnet ist.

Weiterhin kann vorgesehen sein, daß der Kern und/oder das Verstellglied über ein Gewinde relativ zur zweiten Hülse bewegbar ist bzw. sind.

Ausführungsformen der Erfindung sind gekennzeichnet durch ein erstes Dämpfungsglied in der ersten Ausnehmung des Tauchankers, und/oder ein zweites Dämpfungsglied in der ersten Ausnehmung des Kerns, und/oder ein drittes Dämpfungsglied in der zweiten Ausnehmung des Kerns, und/oder ein viertes Dämpfungsglied in der ersten Ausnehmung des Verstellglieds, wobei vorzugsweise das erste, zweite, dritte und/oder vierte Dämpfungsglied aus einem Elastomer ausgebildet ist bzw. sind.

Schließlich wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, daß die Ausnehmung des Tauchankers, die erste und/oder zweite Ausnehmung des Eisenkerns und/oder der Verstellring auf seiner dem

Eisenkern zugewandten Seite abgeschrägt ist bzw. sind zur Vergrößerung des Einstellungsreichs bzw. der Einstellungsbereich.

Der Erfindung liegt somit die überraschende Erkenntnis zugrunde, daß in einem Tauchankersystem der Magnetkreis in zweierlei Hinsicht, entkoppelt voneinander einstellbar ist. Dabei kann erfindungsgemäß sowohl die notwendige Einstellung zur Festlegung eines Einregelpunkts eines elektropneumatischen Druckwandlers im Bereich positiver Steifigkeit als auch die Einstellung zum Herstellen eines quantitativen Zusammenhangs zwischen einem Taktverhältnis und einem Mischdruck durch einen entkoppelten Eingriff in den magnetischen Fluß des Tauchankersystems ermöglicht werden, indem einerseits ein Eisenkern relativ zu einem Tauchanker zur Einstellung eines Luftspaltes dazwischen und andererseits, getrennt hiervon, ein Verstellring relativ zu einer Ringnut in einer Hülse zur Einstellung einer magnetisch wirksamen Länge der Ringnut, nämlich als magnetische Impedanz, bewegt wird.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung, in der zwei Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand von schematischen Zeichnungen im Einzelnen erläutert ist. Dabei zeigt:

- Figur 1 eine Schnittansicht durch einen Teil eines elektropneumatischen Druckwandlers mit einem ersten erfindungsgemäßen Tauchankersystem;
- Figur 2 eine Vergrößerung des Ausschnitts A von Figur 1; und
- Figur 3 eine Schnittansicht durch einen Teil eines elektropneumatischen Druckwandlers mit einem zweiten erfindungsgemäßen Tauchankersystems.

Wie Figur 1 zu entnehmen ist, umfaßt ein elektropneumatischer Druckwandler 1, der beispielsweise für eine pneumatische Steuerung in einem Kraftfahrzeug eingesetzt werden kann, eine Ventileinheit 2, die von einer Membran 3 und einem erfindungsgemäßen Tauchankersystem 4 betätigt wird. Über einen ersten Anschluß 5 zugeführte Luft mit niedrigem Druck läßt sich so mit über einen zweiten Anschluß 8 zugeführter Atmosphärenluft in einer Ventilkammer 7 unter Steuerung der entsprechenden Anschlüsse 5, 8 mischen, daß der in der Ventilkammer 7 erzeugten Mischdruck über einen dritten Anschluß 6 einem Verbraucher zugeführt werden kann. Dabei kann über den ersten Anschluß 5 der Ansaugdruck einer Brennkraftma-

schine eines Kraftfahrzeuges zugeführt werden, und der dritte Anschluß 6 mit einem Abgasrückführventil des Kraftfahrzeuges verbunden sein.

Das erfindungsgemäße Tauchankersystem 4 umfaßt eine Spule 41, die unter Zwischenordnung einer ersten Hülse 42 zwischen einer Halterung 43 für die Spule 41 und einer Gleitlagerbuchse 44 einen Tauchanker 45 umgreift, der längs der Gleitlagerbuchse 44 bewegbar ist. Innerhalb der Halterung 43 sind zusätzlich zur ersten Hülse 42 und Gleitlagerbuchse 44 ein Abstandshalter 46 und eine zweite Hülse 47 angeordnet. Die zweite Hülse 47 umgibt dabei zumindest teilweise einen Eisenkern 48, der über ein Gewinde längs der zweiten Hülse 47 bewegbar ist. Im Bereich des Abstandshalters 46 liegt ein Luftspalt 49 zwischen dem Tauchanker 45 und dem Eisenkern 48 vor. An dem der Ventileinheit 2 abgewandten Ende der Halterung 43 sind ein Joch 50 und ein Verstellring 51 vorgesehen, wobei der Verstellring 51 innerhalb der zweiten Hülse 47 und dem Joch 50, längs der zweiten Hülse 47 über ein Gewinde bewegbar, gelagert ist. Zudem sind die erste Hülse 42, die Halterung 43, die zweite Hülse 47 und das Joch 50 aus einem Material hoher magnetischer Permeabilität gebildet und stellen insbesondere eine Eisenummantelung zur Bündelung von Magnetfeldlinien dar.

Der Tauchanker 45 weist eine erste Ausnehmung 45a auf seiner dem Eisenkern 48 zugewandten Seite auf. Die zweite Hülse 47 weist eine erste Ausnehmung 47a, vorzugsweise in Form einer Ringnut, auf ihrer dem Joch 50 zugewandten Seite auf. Der Eisenkern 48 weist eine erste Ausnehmung 48a auf seiner dem Tauchanker 45 zugewandten Seite und eine zweite sowie dritte Ausnehmung auf der dem Tauchanker 45 abgewandten Seite auf. Der Verstellring 51 weist eine erste Ausnehmung 51a auf der dem Eisenkern 48 zugewandten Seite und eine zweite Ausnehmung 51b auf der dem Eisenkern 48 abgewandten Seite auf.

Das soeben im Aufbau beschriebene erfindungsgemäße Tauchankersystem 4 ist wie folgt einstellbar:

- i) Der Luftspalt 49 im Magnetkreis des Tauchankersystems 4 ist verkleinerbar, indem der Eisenkern 48 in einer ersten Drehrichtung über ein nicht dargestelltes Werkzeug, das in die dritte Ausnehmung 48c eingreift, gedreht und dabei auf den Tauchanker 45 zu bewegt wird. Dabei wird der Eisenkern 48 in die erste Ausnehmung 45a des Tauchankers 45 und der Tauchanker 45 in die erste Ausnehmung 48a des Eisenkerns 48 teilweise eingetaucht. Eine Drehung des Eisenkerns 48 in die der ersten Drehrichtung entgegengesetzten zweiten Drehrichtung sorgt in analoger Weise für eine Ver-



größerung des ersten Luftspalts 49. Über die Größe des Luftspalts 49 kann ein Einregepunkt nahe dem Wendepunkt der Kraft-Weg-Kennlinie des Tauchankersystems 4 mit positiver Steifigkeit eingestellt werden.

- ii) Ein gewünschter quantitativer Zusammenhang zwischen einem Taktverhältnis und einem Mischdruck ist zudem über den Verstellring 51 einstellbar, indem ein nicht gezeigtes Werkzeug in seine zweite Ausnehmung 51b eingeführt wird, um den Verstellring 51 weiter in den Eisenkern 48 hinein oder heraus zu drehen. Dabei wird die Größe der Überlappung der Ausnehmung 47a in der zweiten Hülse 47 von dem Verstellring 51 eingestellt, was eine Führung der Magnetfeldlinien M und somit Einstellung der magnetischen Durchflutung des erfindungsgemäßen Tauchankersystems 4, wie in der Vergrößerung des Ausschnitts A von Figur 1 in Figur 2 dargestellt, eingestellt. Mit anderen Worten wird die magnetisch wirksame Länge l der Ausnehmung 47a in der zweiten Hülse 47, also der magnetischen Impedanz, zur Einstellung der magnetischen Durchflutung des Tauchankersystems 4 ermöglicht.

In Figur 3 ist eine zweite Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Tauchankersystems 4' für einen elektropneumatischen Druckwandler 1' dargestellt. Die Bauteile, die denjenigen der ersten Ausführungsform entsprechen, weisen die gleichen Bezugszeichen auf, jedoch mit einem Apostroph versehen.

Wie bereits im Zusammenhang mit Figur 1 beschrieben, umfasst der elektropneumatische Druckwandler 1' eine Ventileinheit 2', eine Membran 3', drei Anschlüsse 5', 6' und 8' sowie eine Ventilkammer 7'. Das hier interessierende Tauchankersystem 4' umfaßt wiederum eine von einer Halterung 43' gehaltene Spule 41', die Ihrerseits um eine Eisenummantelung herum angeordnet ist, die zusätzlich zur Halterung 43' eine erste Hülse 42', eine zweite Hülse 47' und ein Joch 50' umfaßt. Die erste Hülse 42' ist unter Zwischenschaltung einer Gleitlagerbuchse 44' zumindest um einen Teil eines Tauchankers 45' herum angeordnet. Zwischen der ersten Hülse 42' und der zweiten Hülse 47' ist ein Abstandshalter 46' aus einem Material mit niedriger magnetischer Permeabilität angeordnet. Die zweite Hülse 47' umgreift einen Eisenkern 48' sowie einen Verstellring 51', zumindest bereichsweise.

Der Tauchanker 45', der Eisenkern 48' sowie der Verstellring 51' der Figur 3 unterscheiden sich insofern von dem Tauchanker 45, dem Eisenkern 48 und dem Verstellring 51 der Figuren 1 und 2, als daß die jeweiligen Ausnehmungen 45'a, 48'a und 48'b bzw. 45a, 48a und 48b

unterschiedlich ausgeführt sind. Jedoch ist noch stets ein Eintauchen des Tauchankers 45' in den Eisenkern 48' möglich. Es hat sich allerdings als besonders vorteilhaft herausgestellt, die zweite Ausnehmung 48'b des Eisenkerns 48' und auch die dem Eisenkern 48' zugewandte Seite des Verstellrings 51' abzuschrägen, was zu einer Vergrößerung des Einstellbereichs für die magnetisch wirksame Länge der Aussparung 47'a der zweiten Hülse 47' führt.

Die Funktionsweise des Tauchankersystems 4' entspricht der des Tauchankersystems 4 mit einer entkoppelten Einstellbarkeit, nämlich einer Grobjustage über die Einstellung des Luftspaltes 49' und einer Feinjustage über die Einstellung der magnetisch wirksamen Länge der Ausnehmung 47'a der zweiten Hülse 47' als magnetische Impedanz.

Somit ermöglicht das erfindungsgemäße Tauchankersystem erstmals zwei voneinander entkoppelte Einstellungen bei einfachem Aufbau und leichter Bedienbarkeit zur präzisen Abstimmung des Magnetkreises im Tauchankersystems eines geregelten elektropneumatischen Druckwandlers.

Die in der vorstehenden Beschreibung, in den Ansprüchen sowie in den Zeichnungen offenbarten Merkmale der Erfindung können sowohl einzeln als auch in jeder beliebigen Kombination für die Verwirklichung der Erfindung in ihren verschiedenen Ausführungsformen wesentlich sein.

Bezugszeichenliste

1, 1'	Elektropneumatischer Druckwandler
2, 2'	Ventileinheit
3, 3'	Membran
4, 4'	Tauchankersystem
5, 5'	Anschluß
6, 6'	Anschluß
7, 7'	Ventilkammer
8, 8'	Anschluß
41, 41'	Spule
42, 42'	Hülse
43, 43'	Halterung
44, 44'	Gleitlagerbuchse
45, 45'	Tauchanker
45a, 45'a	Ausnehmung
46, 46'	Abstandshalter
47, 47'	Hülse
47a, 47'a	Ausnehmung
48, 48'	Eisenkern
48a, 48'a	Ausnehmung
48b, 48'b	Ausnehmung
48c, 48'c	Ausnehmung
49, 49'	Luftspalt
50, 50'	Joch
51, 51'	Verstellring
51a, 51'a	Ausnehmung
51b, 51'b	Ausnehmung

A	Ausschnitt
M	Magnetfeldlinie
l	magnetisch wirksame Länge der Ringnut

Ansprüche

1. Tauchankersystem (4, 4') für einen elektropneumatischen Druckwandler (1, 1'), umfassend, zumindest teilweise in einer Magnetfeldlinien M bündelnden Ummantelung (42, 42', 43, 43', 44, 44', 47, 47', 50, 50'), insbesondere in Form einer Eisenummantelung, einen Tauchanker (45, 45') und einen Kern (48, 48'), insbesondere in Form eines Eisen- oder Magnetkerns,  
wobei der Tauchanker (45, 45') zumindest eine Ausnehmung (45a, 45'a) auf der dem Kern (48, 48') zugewandten Seite und/oder der Kern (48, 48') zumindest eine erste Ausnehmung (48a, 48'a) auf der dem Tauchanker (45, 45') zugewandten Seite aufweist, und ein Luftspalt (49, 49') zwischen dem Tauchanker (45, 45') und dem Kern (48, 48') bereitgestellt ist, wobei der Luftspalt (49, 49') durch Relativ-Bewegung zwischen dem Tauchanker (45, 45') und dem Kern (48, 48'), während der der Tauchanker (45, 45') in die erste Ausnehmung (48a, 48'a) in dem Kern (48, 48') und/oder der Kern (48, 48') in die Ausnehmung (45a, 45'a) in dem Tauchanker (45, 45') zumindest teilweise hinein- bzw. aus derselben hinausbewegbar ist, einstellbar ist, und  
die Ummantelung (42, 42', 43, 43', 44, 44', 47, 47', 50, 50') zumindest eine erste Hülse (42, 42') und ein Joch (50, 50'), jeweils mit hoher magnetischer Permeabilität, umfaßt, wobei die erste Hülse (42, 42') zwischen dem Tauchanker (45, 45') und zumindest einer Spule (41, 41') und/oder zumindest einem Magneten angeordnet ist, und der Luftspalt (49, 49') in einem Bereich zwischen der ersten Hülse (42, 42') und dem Joch (50, 50') angeordnet ist,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
die Ummantelung (42, 42', 43, 43', 44, 44', 47, 47', 50, 50') eine zweite Hülse (47, 47') mit hoher magnetischer Permeabilität zwischen der ersten Hülse (42, 42') und dem Joch (50, 50') umfaßt, die zumindest eine Ausnehmung (47a, 47'a), insbesondere in Form einer Ringnut, auf ihrer dem Kern (48, 48') abgewandten Seite zur Bündelung von Magnetfeldlinien M vom Joch (50, 50') zum Kern (48, 48') umfaßt und relativ zu der im Bereich deren Ausnehmung (47a, 47'a) das Joch und/oder ein Verstellglied (51, 51'), insbesondere in Form eines Verstellrings, mit hoher magnetischer Permeabilität zur Einstellung der magnetisch wirksamen Länge l der Ausnehmung (47a, 47'a) der zweiten Hülse (47, 47') bewegbar ist bzw. sind.

2. Tauchankersystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Luftspalt (49, 49') in einem Bereich zwischen der ersten Hülse (42, 42') und der zweiten Hülse (47, 47') angeordnet ist.
3. Tauchankersystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der ersten Hülse (42, 42') und der zweiten Hülse (47, 47') ein Abstandshalter (46, 46') niedriger magnetischer Permeabilität angeordnet ist.
4. Tauchankersystem nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß  
der Kern (48, 48') zumindest eine zweite Ausnehmung (48b, 48'b) an der dem Tauchanker (45, 45') abgewandten Seite und/oder das Verstellglied (51, 51') zumindest eine erste Ausnehmung (51a, 51'a) an der dem Kern (48, 48') zugewandten Seite umfaßt bzw. umfassen,  
wobei die magnetisch wirksame Länge l der Ausnehmung (47a, 47'a) der zweiten Hülse (47, 47') zur gezielten Bündelung der Magnetfeldlinien M durch Relativ-Bewegung zwischen dem Kern (48, 48') und dem Verstellglied (51, 51'), während der der Kern (48, 48') in die erste Ausnehmung (51a, 51'a) in dem Verstellglied (51, 51') und/oder das Verstellglied (51, 51') in die zweite Ausnehmung (48b, 48'b) in dem Kern (48, 48') zumindest teilweise hinein- bzw. aus derselben hinausbewegbar ist, einstellbar ist.
5. Tauchankersystem nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß  
der Kern (48, 48') zumindest eine dritte Ausnehmung (48c, 48'c) an seinem dem Tauchanker (45, 45') abgewandten Ende zum Eingriff eines Werkzeuges zur Einstellung seiner Position und/oder  
das Verstellglied (51, 51') zumindest eine zweite Ausnehmung (51b, 51'b) an der dem Kern (48, 48') abgewandten Seite zum Eingriff eines Werkzeuges zur Einstellung seiner Position aufweist bzw. aufweisen.
6. Tauchankersystem nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß  
die Ummantelung (42, 42', 43, 43', 44, 44', 47, 47', 50, 50') eine Halterung (43, 43'), vorzugsweise hoher magnetischer Permeabilität, für die Spule (41, 41') oder den Magneten und zumindest ein Gleitlager (44, 44'), vorzugsweise hoher magnetischer Per-

meabilität, umfaßt,

wobei vorzugsweise das Gleitlager (44, 44') für den Tauchanker (45, 45') zwischen dem Tauchanker (45, 45') und der ersten Hülse (42, 42') angeordnet ist.

7. Tauchankersystem nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß  
der Kern (48, 48') und/oder das Verstellglied (51, 51') über ein Gewinde relativ zur zweiten Hülse (47, 47') bewegbar ist bzw. sind.
8. Tauchankersystem nach einem der vorangehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch ein erstes Dämpfungsglied in der ersten Ausnehmung des Tauchankers, und/oder ein zweites Dämpfungsglied in der ersten Ausnehmung des Kerns, und/oder ein drittes Dämpfungsglied in der zweiten Ausnehmung des Kerns, und/oder ein viertes Dämpfungsglied in der ersten Ausnehmung des Verstellglieds, wobei vorzugsweise das erste, zweite, dritte und/oder vierte Dämpfungsglied aus einem Elastomer ausgebildet ist bzw. sind.
9. Tauchankersystem nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß  
die Ausnehmung des Tauchankers, die erste und/oder zweite Ausnehmung (48'b) des Eisenkerns (48') und/oder der Verstellring (51') auf seiner dem Eisenkern (48') zugewandten Seite abgeschrägt ist bzw. sind zur Vergrößerung des Einstellungsbereichs bzw. der Einstellungsbereich.

Fig. 1

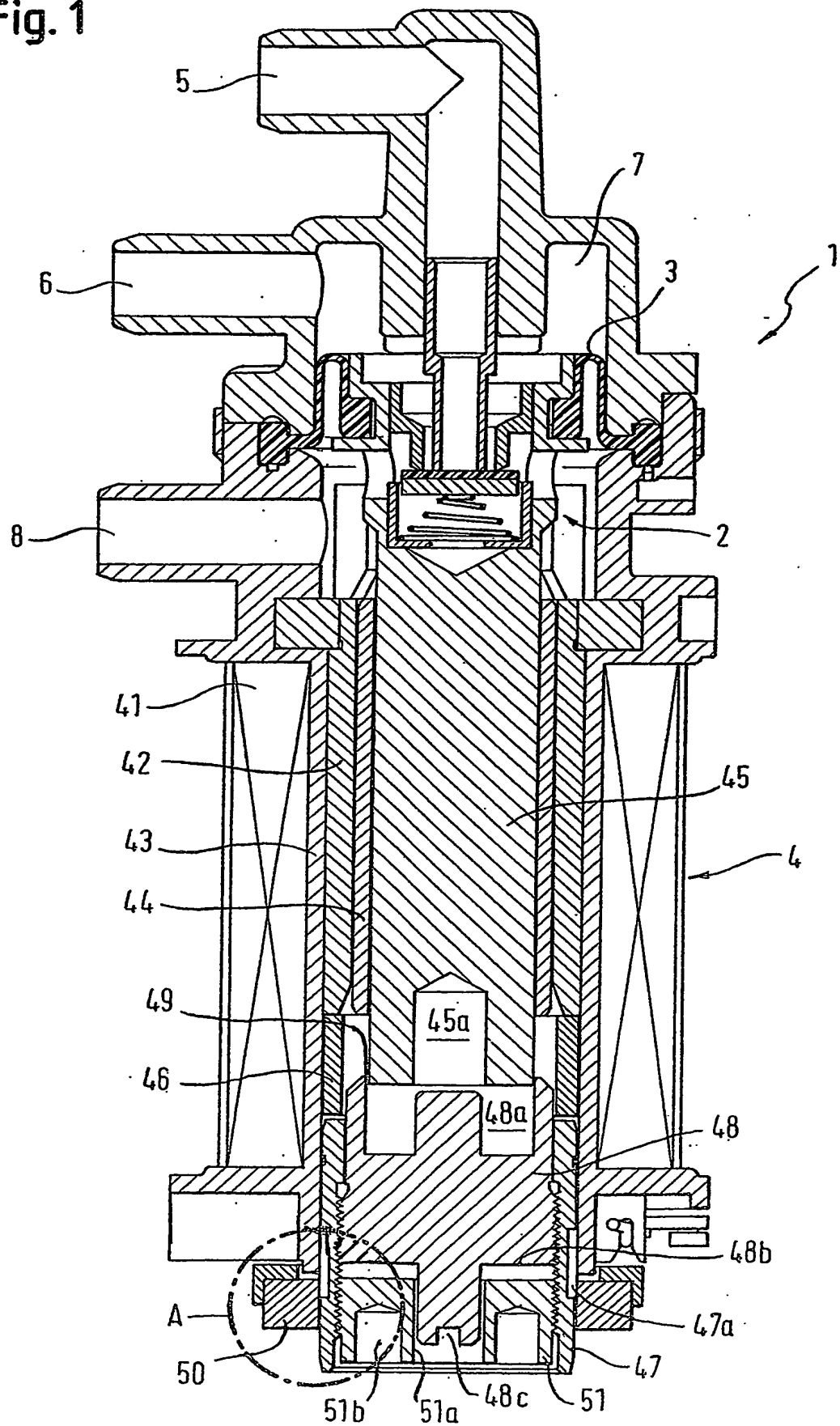


Fig. 2

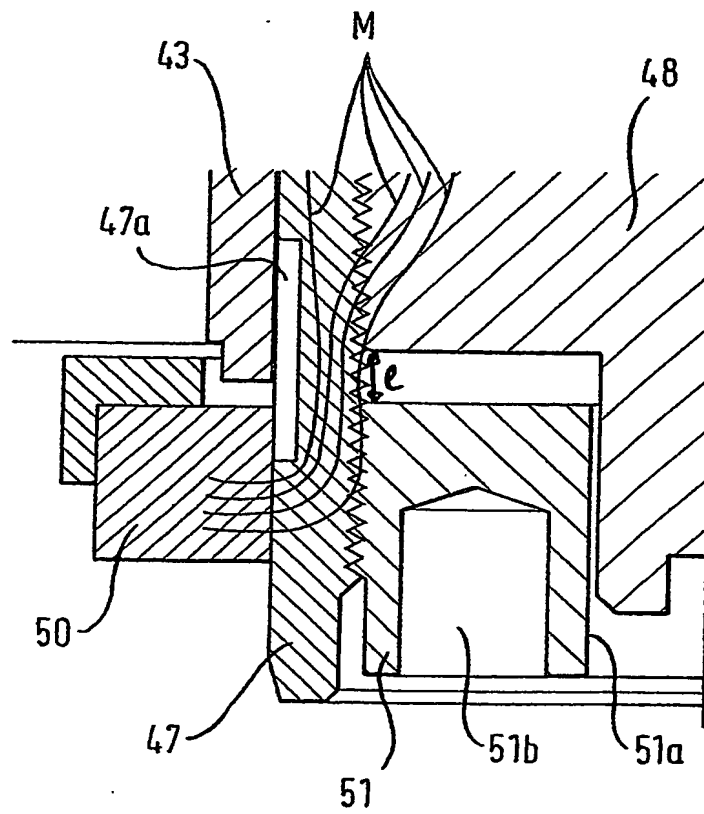
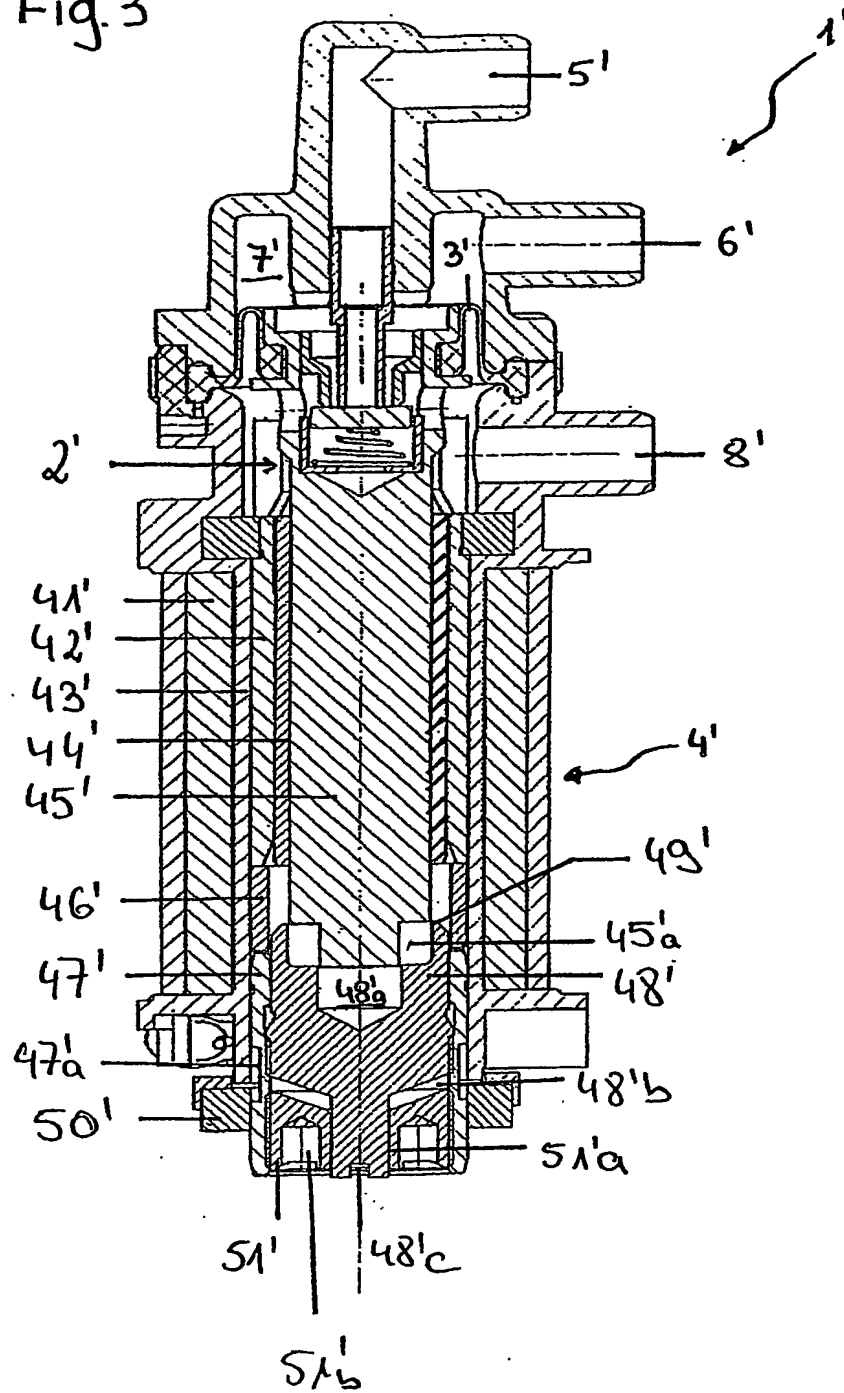




Fig. 3



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 03/00760

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 H01F7/08 H01F7/16 F02M25/07 F15B13/044 F16K31/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H01F F02M F16K F15B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 41 10 003 C (PIERBURG) 16 July 1992 (1992-07-16) cited in the application column 1, line 37 -column 3, line 22; figure	1
A	US 2002/121828 A1 (KETSCHAU CHRISTIANE ET AL) 5 September 2002 (2002-09-05) paragraph '0012! - paragraph '0020!; figure 1	1

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \* & \* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

22 Apr11 2004

Date of mailing of the international search report

29/04/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Martí Almeda, R

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

information on patent family members

International Application No

PCT/DE 03/00000

Patent document  
cited in search report

Publication  
date

Patent family  
member(s)

Publication  
date

DE 4110003	C	16-07-1992	DE 4110003 C1	16-07-1992
US 2002121828	A1	05-09-2002	DE 20100950 U1	23-05-2002

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 03/0000

## A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 H01F7/08 H01F7/16 F02M25/07 F15B13/044 F16K31/06

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 H01F F02M F16K F15B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 41 10 003 C (PIERBURG) 16. Juli 1992 (1992-07-16) in der Anmeldung erwähnt Spalte 1, Zeile 37 - Spalte 3, Zeile 22; Abbildung	1
A	US 2002/121828 A1 (KETSCHAU CHRISTIANE ET AL) 5. September 2002 (2002-09-05) Absatz '0012! - Absatz '0020!; Abbildung 1	1

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*G\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

22. April 2004

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

29/04/2004

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Marti Almeda, R

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 03/000000

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 4110003	C	16-07-1992	DE 4110003 C1	16-07-1992
US 2002121828	A1	05-09-2002	DE 20100950 U1	23-05-2002